

Lernsequenzen

Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1

Heft 1

Energie

Der Begriff
Die Ressourcen
Der Bedarf



Inhalt



1 Der Energiebegriff

1.1	Geschichte der Energienutzung	Seite 5
1.2	Was ist Energie?	Seite 8
1.3	Energieformen	Seite 11
1.4	Maßeinheiten für Energie	Seite 11
1.5	Energiearten	Seite 12
1.6	Energieumwandlung und Wirkungsgrad	Seite 14
1.7	Energieveredelung	Seite 14



2 Entstehung der Energieträger

2.1	Entstehung fossiler Energieträger	Seite 16
2.2	Ursprung und Entstehung der regenerativen Energien	Seite 18
2.3	Reserven, Ressourcen und Reichweiten der fossilen Energieträger	Seite 21



3 Energiebedarf und Lebensstandard

3.1	Energie – Grundlage unseres Lebensstandards	Seite 25
3.2	Bruttoinlandsprodukt, Bevölkerung und Energieverbrauch	Seite 25
3.3	Prognosen und Szenarien der Energieentwicklung	Seite 26
3.4	Entwicklung der Weltbevölkerung und des Weltenergieverbrauchs	Seite 27
3.5	Anteil der Energieträger am Primärenergieverbrauch	Seite 28
3.6	Strukturwandel im Primärenergieverbrauch	Seite 29
3.7	Primärenergieverbrauch pro Kopf	Seite 30
3.8	Inländische Energiegewinnung und Energieimporte	Seite 30
	Umrechnungstabelle	Seite 32
	Literaturverzeichnis	Seite 32
	Abbildungsverzeichnis	Seite 33



1 Der Energiebegriff

1.1 Geschichte der Energienutzung

Es begann mit dem Feuer

Die Sonne ist die älteste Energiequelle der Menschheit. Sie war die einzige Wärme- und Lichtspenderin, bis die Menschen vor 500.000 Jahren mit dem Feuer umzugehen lernten. Das Feuer erweiterte das Nahrungsspektrum. Es wärmte, spendete Licht und schützte vor „wilden“ Tieren. Historisch betrachtet waren jedoch die Muskeln die erste vom Menschen systematisch eingesetzte Energiequelle. Der Urmensch nutzte die Energie der Nahrungszufuhr (ca. 8.000 kJ/Tag), um mit seiner Muskelkraft Arbeit zu verrichten. Als der Mensch begann, das Feuer gezielt anzuwenden, diente dieses nicht mehr ausschließlich der Überlebenssicherung: Die Nutzung des Feuers war der Beginn des Einsatzes von zusätzlicher Energie zur Verbesserung der Lebensbedingungen.



1_1.1_1

Menschliche Muskelkraft als Energiepotenzial im Altertum

Fehlende Techniken, das Feuer wirksam zu nutzen, stabilisierten lange Zeit – neben anderen Gründen –

die Sklaverei. Größte bautechnische Leistungen der Antike, wie z. B. die Pyramiden der Ägypter vor rund 4.500 Jahren, basierten auf gut abgestimmter Organisation und Arbeitsteilung im Einsatz tierischer und menschlicher Muskelkraft.

Auch Aquädukte und Brücken, Paläste und Bäder im Römischen Reich waren überragende Ingenieurleistungen, die mit einfachen mechanischen Hilfsmitteln, wie Keil, Hebel, Schlittenkufen, Rolle und Rad, Flaschenzug und schiefer Ebene verwirklicht wurden. Breite Schichten der Bevölkerung lebten in der Antike als Arbeitssklaven in Unfreiheit und wurden, z. B. nach der Auffassung des Aristoteles (384–322 v. Chr.), als eine Art lebendiges Werkzeug angesehen, das jederzeit verfügbar und dem technischen Gerät direkt zugehörig war. Als Maßstab für den persönlichen Wohlstand galt im Rom der Kaiserzeit die Zahl der Sklaven, die jemand für sich arbeiten ließ. Um die Zeitenwende hatte Rom mit der Hafenstadt Ostia ca. 1 Mio. Einwohner. Davon waren ein Drittel Sklaven. In Völkern, deren Gesellschaftsstruktur auf Sklaverei und Leibeigenschaft beruhte, fehlten jedoch die Impulse zur Entwicklung einer umfassenden Energietechnik, die den allgemeinen Lebensstandard nachhaltig hätte verbessern können. Bis in die Zeit Ludwig XIV. von Frankreich waren Sklavengaleeren auf den Meeren und Tretmühlen auf dem Lande eine Selbstverständlichkeit.



1_1.1_2



1_1.1_3

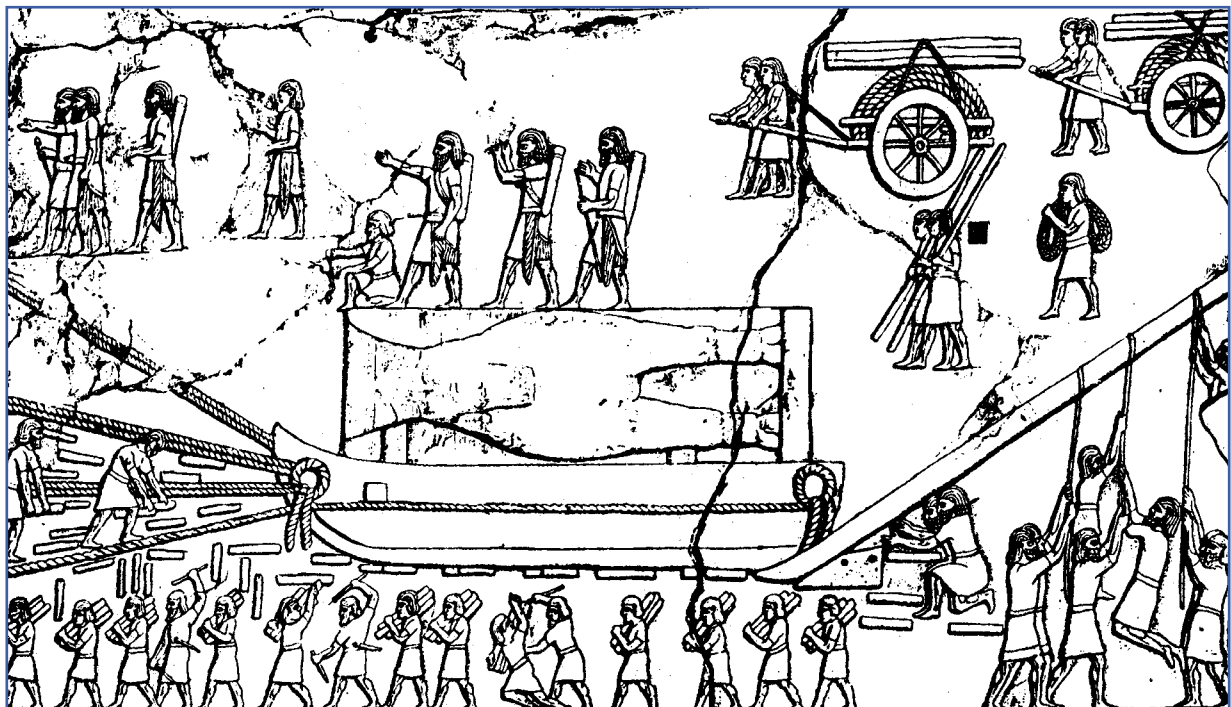
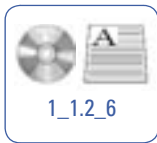


Abb.: 1_1.1_3

Darstellung des Transportes eines Denkmalquaders in Ninive um 660 v. Chr.

Der Tee wird wieder erwärmt, ein Teil der Entwertung wird vermieden.



Aus diesem Beispiel wird deutlich, dass nicht die Energie als Antriebsursache für technische und natürliche Abläufe anzusehen ist. Diese bleibt stets erhalten!

Vielmehr ist es die Energieentwertung, durch die Vorgänge in Gang gesetzt und gehalten werden.

Vor dem Hintergrund der Energieumwandlung gelingt die Verknüpfung zu der traditionellen physikalischen Umschreibung von Energie, der „Fähigkeit, Arbeit zu verrichten“: Arbeit kennzeichnet dabei immer den Vorgang der Energieumwandlung, während Energie einen Zustand charakterisiert.

1.3 Energieformen

Energie kann man stets nur an den Wirkungen, die sie hervorruft, erkennen. Aufgrund dieser Erscheinungen unterscheidet man die verschiedenen Energieformen, wie sie unter dem Stichwort „Energieumwandlung“ im vorangegangenen Kapitel erläutert wurden: mechanische Energie, chemische Energie, Wärme, elektrische Energie, Strahlungsenergie und Kernenergie.



Zu differenzieren ist zwischen den häufig synonym verwendeten Begriffen der „Inneren Energie“, der in einem geschlossenen System gespeicherten Energie, und der „Wärme“. Wärme bedeutet heute ausschließlich eine wegen eines Temperaturunterschiedes (thermisch) übertragene Energiemenge. Sie „existiert“ also nur beim Übergang zwischen Körpern. Dass Wärme eine Energieform ist, hat erst der Heilbronner Arzt Robert Mayer 1826 erkannt.

1.4 Maßeinheiten für Energie

Zur quantitativen Bemessung aller Energieformen wird die Einheit Joule (J) verwendet. Das Joule ist nach dem englischen Physiker James Prescott Joule (1818–1889) benannt, der den von Robert Mayer 1826 entdeckten Energieerhaltungssatz ein Jahr später in eine exakte Form brachte:

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Newtonmeter (Nm)}$$

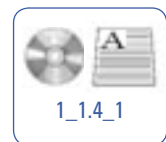
Als weitere offizielle Einheit wird die Kilowattstunde (kWh) verwendet, vorwiegend zur Messung von elektrischer Energie:

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

Die kleinere Einheit der kWh ist die Wattsekunde (Ws):

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ Ws} = 3,6 \text{ Megajoule (MJ)}$$
$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

Nach dem Gesetz über Einheiten im Messwesen mit seinen Ausführungsverordnungen sind spätestens seit 1977 zahlreiche bis dahin gültige Maßeinheiten für Energie als Rechnungseinheit nicht mehr zulässig (z. B. Kalorie für Wärme, PS für Leistung). In der Energiewirtschaft werden Energievorräte, Energieverbrauch und Energiebedarf dennoch weiterhin aus Gründen der Anschaulichkeit häufig in Steinkohleeinheiten (SKE) oder auch in (Roh)Öleinheiten (ROE) ausgewiesen. Unter 1 t SKE versteht man den mittleren Energieinhalt von 1 t Steinkohle, unter 1 t ROE denjenigen einer Tonne Rohöl (= rund 1,45 t SKE):



$$1 \text{ t SKE} = 29,3 \text{ Gigajoule (GJ)}$$

Die Leistung gibt an, welche Energiemengen in einer bestimmten Zeit umgesetzt werden, z. B. wie viel Joule in der Sekunde benötigt werden. Die Einheit der Leistung ist also Joule pro Sekunde (J/s). Diese Einheit wird auch als Watt bezeichnet. Das Watt ist nach dem schottischen Mechaniker und Erfinder der Dampfmaschine James Watt benannt:

$$1 \text{ Watt (W)} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

In den Tabellen auf Seite 10 ist eine Reihe von Vergleichswerten für Energiemengen und Leistungen angegeben (exakte Umrechnungsfaktoren befinden sich auf Seite 32).



2 Entstehung der Energieträger

2.1 Entstehung fossiler Energieträger

Die Entstehung der Energieträger Kohle, Erdgas und Erdöl ist ursächlich auf die Einstrahlung der Sonne zurückzuführen. Kohle, zum großen Teil auch Erdöl und Erdgas, sind pflanzlichen Ursprungs. Pflanzen sind in der Lage, Sonnenenergie in chemisch gebundene Energie umzuwandeln. Bei dem als Fotosynthese bezeichneten biochemischen Prozess nehmen die Pflanzen über die Blätter Kohlendioxid (CO₂) aus der Luft und über die Wurzeln Wasser auf. Unter Sonneneinstrahlung entstehen energiereiche Kohlenhydrate (Zucker), während Sauerstoff freigesetzt wird ($6\text{ CO}_2 + 6\text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{ O}_2$). Auf diese Weise wird der Kohlenstoff der Atmosphäre an die Erdoberfläche gebunden. Somit enthalten die fossilen Energieträger chemisch gebundene Energie, die als über Hunderte von Millionen Jahren gespeicherte Sonnenenergie aufzufassen ist.

Fossile Energieträger und Umwelt

Heute werden die fossilen Energieträger – wenn man ihre Entstehungsgeschichte von vielen hundert Millionen Jahren berücksichtigt – in „Augenblicken“ ausgebeutet und „entwertet“. Auf diese Weise wird in wenigen Jahrzehnten der Kohlenstoff verbrannt, den die Natur in sehr langen Zeiträumen gesammelt hat. Das wichtigste Verbrennungsprodukt der fossilen Brennstoffe ist Kohlendioxid (CO₂). Derzeit werden jährlich durch die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas mehr als sieben Milliarden Tonnen Kohlenstoff in CO₂ umgewandelt, die zusätzlich in die Atmosphäre abgegeben werden. Dieser vom Menschen ausgelöste oder jedenfalls mit beeinflusste erdgeschichtlich schnelle Anstieg von Kohlendioxid in der Atmosphäre bewirkt, wenn er sich so fortsetzt, nach Ansicht der meisten Klimaforscher eine riskoreiche globale Klimaveränderung. Über die Auswirkungen bestehen noch große Unsicherheiten (siehe auch Heft 6).

Entstehung von Braun- und Steinkohle

Nach dem gängigsten Erklärungsmodell wurden das Erscheinungsbild und die Pflanzenformationen der Erde während der Karbonzeit vor etwa 350–280 Mio. Jahren durch riesige feuchttropische Sumpfwälder und Moore mit Schachtelhalmen, Bärlappgewächsen

So entsteht Kohle

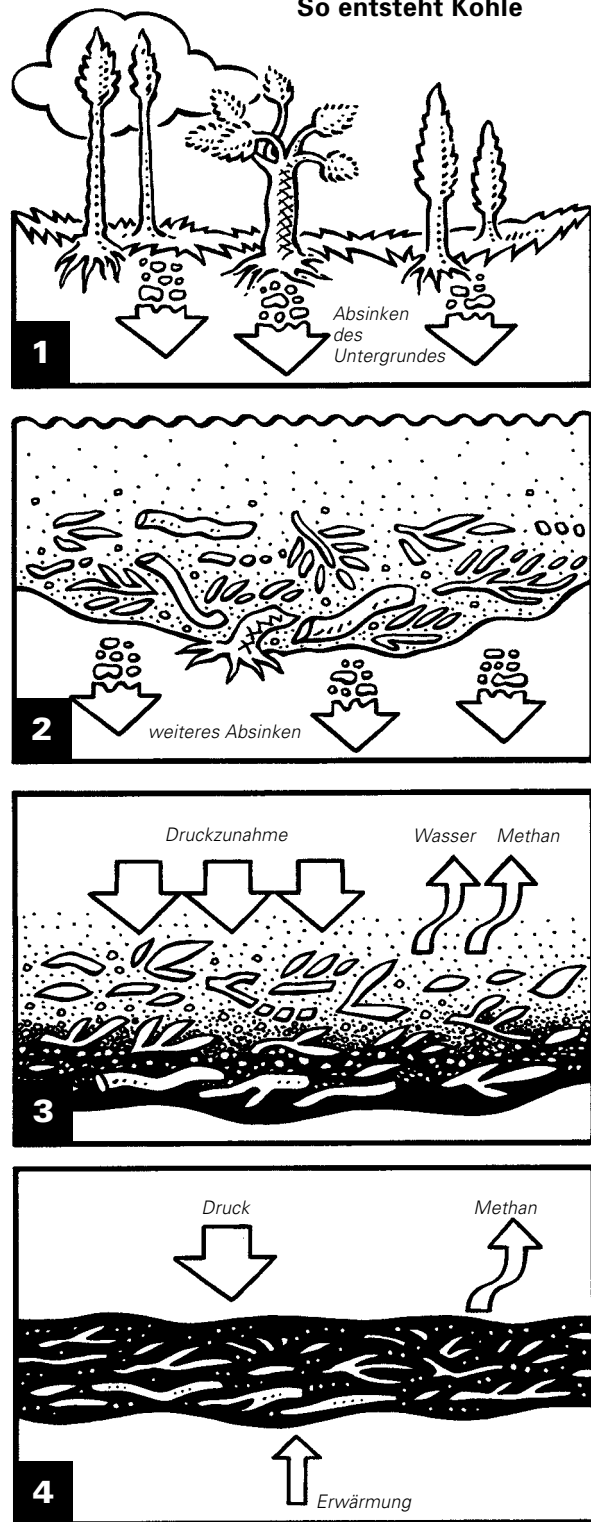


Abb.: 1_2.1_1

und Riesenfarne sowie durch zahlreiche Beckenlandschaften geprägt (Grafik 1_2.1_1 Bild 1).



1_2.1_1

Die absterbenden Riesenpflanzen, die in das sauerstoffarme Sumpfwasser der Beckenlandschaften fielen, wurden durch folgende Prozesse an der Verrottung gehindert und sukzessive in Kohle umgewandelt: Die Beckenlandschaften



3 Energiebedarf und Lebensstandard

3.1 Energie – Grundlage unseres Lebensstandards

Ohne Energie gibt es kein Leben. Insbesondere der Mensch, erst recht der moderne Mensch, ist für seinen Lebensstandard und seine Lebensqualität auf Energie angewiesen. Für die Gesamtgesellschaft bedeutet Energieeinsatz Wirtschaftswachstum und Wohlstand und damit letztlich die Grundlage der Zivilisation (Kultur). Es wäre verfehlt, geistige und materielle (auf Energieeinsatz beruhende) Werte gegeneinander auszuspielen. Ohne den Einsatz von Kapital gäbe es keine Schulgebäude, ohne die Zahlung von Gehältern keine Lehrer. Das entsprechende Kapital bzw. Geld muss erwirtschaftet werden.

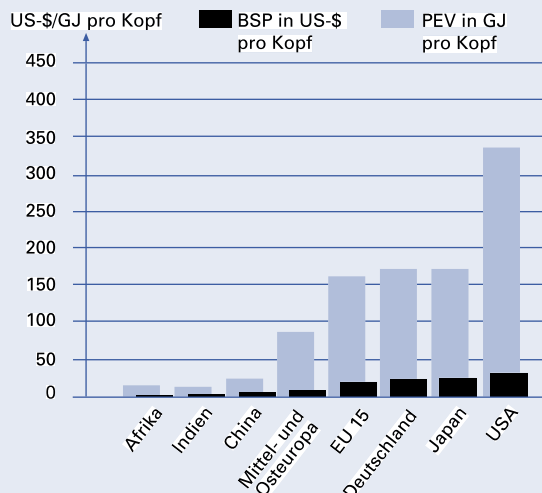
Energienutzung ist dabei kein Selbstzweck. Sie dient der Produktion einer Vielzahl von Gütern sowie der Bereitstellung von Dienstleistungen, wie z.B. eines wohl temperierten Raumes im Winter, einer heißen Dusche, eines gekühlten Getränks im Sommer, einer warmen Mahlzeit,



1_3.1_1

Abb.: 1_3.1_1

Bruttoinlandsprodukt und Energieverbrauch pro Kopf 2000



der Beförderung von A nach B. Nahezu alle Produktionsprozesse erfordern den Einsatz von Energie. Eine ausreichende Versorgung der Wirtschaft mit Energie ist deshalb die Voraussetzung für wirtschaftliche Stabilität und Wirtschaftswachstum. Nur so können unser Lebensstandard erhalten und die Lebensbedingungen in den Schwellen- und Entwicklungsländern verbessert

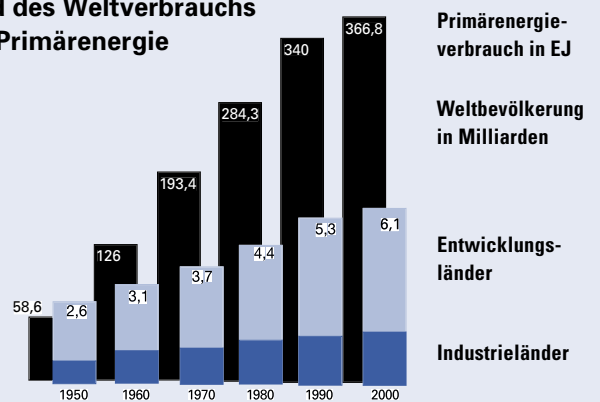
werden. Durch den Einsatz von Energie und Maschinen kann wesentlich mehr Arbeit verrichtet werden als durch die pure menschliche Arbeitskraft. Die Entlastung von körperlicher Arbeit und das Mehr an Freizeit sind wesentliche Elemente des Lebensstandards und der Lebensqualität in unserer Gesellschaft. Ein Einwohner in den westlichen Industrieländern verbraucht rund zehnmal mehr Energie als der Durchschnitt der Menschen in den Schwellen- und Entwicklungsländern. Diese Diskrepanz, die in den wirtschaftlich schwachen Ländern erforderliche Verbesserung der Lebensbedingungen und ganz allgemein die unmittelbare Abhängigkeit



1_3.1_2

Abb.: 1_3.1_2

Entwicklung der Weltbevölkerung und des Weltverbrauchs an Primärenergie



vieler Lebensbereiche vom Energieeinsatz stellen die zukünftige Energieversorgung vor große technische, wirtschaftliche und politische Herausforderungen.

3.2 Bruttoinlandsprodukt, Bevölkerung und Energieverbrauch

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist das Maß für die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft. Es gibt den Wert aller in dem Land hergestellten Güter und erbrachten Leistungen in einem Zeitraum (meist ein Jahr) an.

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) dient als Maßstab für die Wirtschaftsleistung eines Landes. Der Primärenergieverbrauch steht in einem mehr oder weniger engen Zusammenhang mit dem BIP. Allerdings ist Letzteres nicht die einzige Einflussgröße auf den Energieverbrauch. Dass beide voneinander abhängen, kann so verdeutlicht werden: Länder mit hohem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (auf Grund fortgeschrittener Industrialisierung) haben zugleich einen hohen Energieverbrauch pro Kopf; Länder mit einem niedrigen Sozialprodukt pro Einwohner weisen in der Regel auch einen niedrigen spezifischen Energieverbrauch auf.



1_3.2_1